

論文審査結果の要旨

氏名 市川 雄一

本論文は5章と4つの付録からなる。第1章はイントロダクションで、短寿命核ビーム施設の発展により進んできた、 β 安定線から離れた原子核の核構造研究の概要が記されている。陽子、中性子数が大きく異なる原子核の特異な構造は、中性子ハローや殻構造の破れ、新たなクラスターの出現など、おもに中性子過剰核領域の研究から見いだされてきた。他方、陽子過剰核側では大きなクーロン斥力の下に新たな現象が期待される。実際、 ^{20}Na の $J^\pi=1^+$ 第二励起状態の励起エネルギーは、鏡映対である ^{20}F のそれに対して 500keV も低い事が分かった。原因は、この状態が1陽子分離エネルギーよりも 800keV 高く、s軌道陽子が ^{20}F の s軌道中性子よりも空間的に広がっているため(Thomas-Ehrman シフト)と考えられる。他方、次に重い $T=1$ の鏡映対である ^{24}Al - ^{24}Na では、 ^{24}Al の第二励起状態は1陽子分離エネルギーより 780keV 低く束縛状態であるにも拘わらず、 ^{24}Na のそれに対して 256keV 低い位置にある。 ^{20}Na と同様の解釈が成り立つのか? 本研究では、 ^{24}Si から ^{24}Al への崩壊様式を決定し、 ^{24}Al - ^{24}Na のガモフテラー転移強度(B(GT))の比較を行う事で、この現象の理解を目指した。

^{24}Si は β 崩壊の終状態が陽子非束縛状態か否かによって、遅発陽子放出により ^{23}Mg に転移、あるいは遅発 γ 線放出により ^{24}Al の基底状態に転移する。先行する研究では遅発陽子の強度比は報告されているが、遅発 γ 線の強度比が未知なため B(GT)値を決められなかった。また、陽子スペクトルには大きな β 線バックグラウンドがあり、ピーク分離、強度比の決定ともに精度が悪い。第2章では、これらの問題点を克服するため著者らが独自に開発した ΔE -E 型遅発陽子検出器の説明と、コンプトンシールドを持つ γ 線検出器の説明がされている。また RIKEN の RIPS で行われた実験における、 ^{24}Si の生成方法、データ収集の概要などがまとめられている。

第3章はデータ解析の説明である。 γ 線の検出では、 $J^\pi=1^+$ の第二から第一励起状態への 664keV 転移を初めて観測するとともに、 ^{23}Mg , ^{24}Al のその他の脱励起 γ 線の同定、強度比の決定に成功した。遅発陽子観測では、ガス中でのエネルギー損失を利用した ΔE -E 型検出器の特徴を生かして、 β 線バックグラウンドが殆どなくエネルギー分解能が高いスペクトルの収集と強度比の決定に成功している。

先の遅発陽子観測例でも述べたように、RIPS のようなインフライト型短寿命核ビーム装置による陽子過剰核の崩壊観測では、 β 線や他核種の混入によるバックグラウンド増加が崩壊様式の測定を困難にする。本研究で開発された ΔE -E 型陽子検出器は、その性能の高さから今後の陽子過剰核の分光研究に強力な道具となるであろう。

第4章では、まず ^{24}Si の β 崩壊に伴う遅発陽子、 γ 線の転移エネルギーや強度比の解析結果を元に崩壊様式を構築している。得られた β 崩壊の分岐比、半減期、励起エネルギーから、ft-値を求め B(GT)を導出した。この B(GT)分布は、sd-殻の全空間を配位空間とする USD 相互作用を用いた殻模型計算と良い一致をみた。

次に本研究で得られた結果を含めて、 $A=20$ から 36 までの $T=1$ の鏡映対における $J^\pi=1^+$ 低励起状態の励起エネルギーや B(GT)を系統的に比較している。その結果、 $A=24$ の鏡映対の励起エネルギーのシフトは、 $A=20$ の場合と同様に B(GT)値のずれをとともなう事が明らかとなった。殻模

型計算から得られた波動関数の振る舞いから、これらのずれは s 軌道にある陽子の波動関数が空間的に広がっているためと解釈出来る。第 5 章は本研究のまとめである。

以上、本研究では ^{24}Si の崩壊様式を初めて明らかにする事が出来た。これにより、 $J^\pi=1^+$ の低励起状態の励起エネルギーと $B(\text{GT})$ の系統的比較をおこない、エネルギーのずれと $B(\text{GT})$ 値のずれには関連があり、陽子過剰核における s 軌道の空間的広がり起因する事を示唆した。陽子ハロー構造に関連する緩く束縛された s 軌道の振る舞いについて、今後の研究に新たな糸口を示した点で、本研究の物理的価値は大きい。

本研究は 20 名の研究者との共同研究であるが、全般にわたって論文提出者が主体となって行ったものである。特に ΔE -E 型陽子検出器の開発は、本研究を可能ならしめた要因の一つであり、実験的研究を進める上での論文提出者の能力の高さを示している。よって審査員全員が本論文を博士（理学）の学位請求論文として合格であると判定した。